Trabalho de Conclusão de Curso

Jairo de Jesus Rabelo

ESTUDO DE CASO BR-230/PA: MELHORIAS NA TRAFEGABILIDADE DA "LADEIRA DA CIGANA"

Brasília

2017

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Curso de Especialização em Operações Rodoviárias

Jairo de Jesus Rabelo

ESTUDO DE CASO BR-230/PA: MELHORIAS NA TRAFEGABILIDADE DA "LADEIRA DA CIGANA"

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Operações Rodoviárias do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Especialista em Operações Rodoviárias.
Orientador: Prof. M.e Silvio dos Santos

Brasília

2017

Ficha de identificação da obra

Rabelo, Jairo de Jesus

ESTUDO DE CASO BR-230/PA: MELHORIAS NA TRAFEGABILIDADE DA "LADEIRA DA CIGANA" / Jairo de Jesus Rabelo; orientador, Silvio dos Santos, coorientador, Antônio Fortunado Marcon, 2017.
43 p.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Curso de Curso de Especialização em Operações Rodoviárias, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1.Engenharia Rodoviária. 3. Trafegabilidade. 4. Acidentes. 5. Segurança. 6. Traçado. I. dos Santos, Silvio. II. Marcon, Antônio Fortunado. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Especialização em Operações Rodoviárias. IV. Título.

Jairo de Jesus Rabelo

ESTUDO DE CASO BR-230/PA: MELHORIAS NA TRAFEGABILIDADE DA "LADEIRA DA CIGANA"

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de "Especialista em Operações Rodoviárias" e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Operações Rodoviárias

Brasília, 29 de junho de 2017.

Prof.ª Dr.ª Ana Maria Bencciveni Franzoni
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. M.e Silvio dos Santos
Orientador

Prof. Dr. Antônio Fortunado Marcon
Membro da banca
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado às minhas filhas Paula Kaline, Thalita e Ana Clara, fontes de inspiração e todo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, à minha família que é meu alicerce de educação, à minha mulher Ana Shirley pela admiração e compreensão nos dias de ausência para a realização desta pós-graduação, em especial, ao meu superintendente João Claudio e sua equipe do DNIT/PA, pela oportunidade e credibilidade para representar a Superintendência Regional neste Curso de Especialização.

Agradeço ainda aos meus amigos de caminhada profissional nas Obras de Implantação/Pavimentação da Rodovia Transamazônica, Engº Jairo Deconto, Engº Paulo Fontes e, particularmente, à minha equipe da Unidade Local DNIT/Marabá. Ademais, em destaque, aos professores integrantes da banca examinadora e colegas de curso que, direta ou indiretamente, sempre contribuíram para o bom convívio, especialmente a José Rodolfo, Jaqueline Filippo, Pedro da Silva e Mario dos Santos.

Gostaria também de lembrar a importância do DNIT/SEDE pela iniciativa na implantação deste Curso de Especialização em Operações Rodoviárias, a fomentar conhecimento aos seus colaboradores engenheiros e Analistas de Infraestrutura de Transportes.

RESUMO

Este trabalho trata de uma solução encontrada para reduzir os acidentes num ponto considerado crítico na Rodovia BR-230/PA (Rodovia Transamazônica), onde, por ser sinuoso e íngreme, frequentemente ocorrem acidentes com pessoas a óbito. Nesta abordagem serão descritos os dispositivos implantados e sua ação prática após sua execução, além da proposição de um novo traçado, o qual trará o conforto e a segurança necessários ao condutor, com o fim de evitar acidentes, principalmente os de grande gravidade aos condutores.

Palavras-chave: Trafegabilidade; acidentes; segurança; traçado.

ABSTRACT

This work deals with a solution found to reduce accidents at a point considered sensitive on Highway BR-230 / PA (Transamazon road), where, due to its winding and steepness, accidents frequently occur with people who are dying. This approach will describe the implanted devices and their practical action after their execution, in addition to proposing a new route, which will bring the necessary comfort and safety to the driver, in order to avoid accidents.

Keywords: Traffic; accidents; safety; alignment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01– Localização do segmento da BR-230/PA. 19
Figura 02 – Foto da “Ladeira da Cigana”. 19
Figura 03 - Localização dos sonorizadores. 20
Figura 04 - Localização dos sonorizadores implantados. 20
Figura 05 – Sonorizador conforme Resolução 39/98 – CONTRAN. 21
Figura 06 – Vista sentido decrescente. 22
Figura 07- Vista sentido decrescente 22
Figura 08 - Vista sentido decrescente. 22
Figura 09 - Vista sentido decrescente. 22
Figura 10 - Vista sentido crescente. 23
Figura 11 - Vista sentido crescente. 23
Figura 12 – Seção-tipo da Rodovia BR-230/PA 25
Figura 13 – Perfil de Projeto “Ladeira da Cigana”. 27
Figura 14 - Elementos de Curva Circular Simples 28
Figura 15 - Cálculo de superlargura. 32
Figura 16 – Perfil longitudinal Novo Trecho – Projetado para a “Ladeira da Cigana”. 34
Figura 17–Projeto Geométrico do Novo Traçado. 34
Figura 18 – Seção Transversal – Estaca 5820+8,39m. 35
Figura 19 – Micro revestimento asfáltico. 38
Figura 20 – Disposição das placas verticais e composição da pintura horizontal. 39

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Levantamento e atualização dos serviços remanescentes na rodovia BR-230/PA 26
Quadro 2 - Valores de superlargura – Velocidade 80 Km/h.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrência de acidentes - BR-230, km 598 referente à “Ladeira da Cigana” - 2015.....23
Tabela 2 - Ocorrência de acidentes - BR-230, km 598 referente à “Ladeira da Cigana” - 2016.....24
Tabela 3 - Ocorrência de acidentes - Rodovia BR - 230, km 598 "Ladeira da Cigana" - Total de acidentes ocorridos desde 2010 a 2017.....24
Tabela 4 - Tabela de Cotas.....33
Tabela 5 – Planilha Orçamentária Para a Execução do Novo traçado.....36
Tabela 6 - Coeficiente de atrito.....38
Tabela 7 - Micro revestimento.....38
Tabela 8 – Sinalização Vertical.....39
Tabela 9 - Custos Médios - Implantação/ Pavimentação, nov/2016.....40
Tabela 10 – Custos por gravidade de acidente.....41
Tabela 11 – Relação Acidente/Intervenção.....41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

PRF – Polícia Rodoviária Federal

LISTA DE SÍMBOLOS

Proibido ultrapassar

Curva à esquerda

Curva à direita

Velocidade Máxima: 60 Km/h

Delineador

Sonorizador

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

1.1 JUSTIFICATIVA 16

1.2 OBJETIVOS 17

1.2.1 Objetivo Geral 17

1.2.2 Objetivos Específicos 18

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO 18

2 DESENVOLVIMENTO 19

2.1 MEDIDAS ADOTADAS PELO DNIT 19

3 APRESENTAÇÃO DO RESULTADO 22

3.1 GEOMETRIA DO TRECHO DA LADEIRA DA CIGANA 25

3.1.1 Seção-tipo 25

3.1.2 Geometria das curvas 26

3.1.3 Projeto Geométrico da Ladeira da Cigana 26

3.2 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA GEOMETRIA E SEGURANÇA 27

3.2.1 Adequação da geometria 27

3.2.2 Curva 01 28

3.2.3 Curva 02 29

3.2.4 Curva 03 30

3.2.5 Superlargura 31

3.2.6 Inclinação 33

3.2.7 Novo traçado da “Ladeira da Cigana”. 34

3.2.8 Estimativa de custo da execução do novo traçado 34

3.3 ADEQUAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA 37

3.3.1 Fator via 37

3.3.2 Sinalização (horizontal/vertical) 38

4 RESULTADOS ESPERADOS 41

5 CONCLUSÃO 42
REFERÊNCIAS 43

1 INTRODUÇÃO

A Rodovia BR-230/PA apresenta intensa importância social e econômica para a região Norte do País. A BR-230 liga o interior do Pará com as regiões Nordeste e Centro-Oeste, sendo uma rodovia de elevada relevância socioeconômica no contexto nacional e sua área de influência abriga uma população de mais de 2.500.000 habitantes.

A Transamazônica, como é conhecida, estende-se no sentido Leste-Oeste; corta os estados brasileiros da Paraíba, Ceará, Piauí, Maranhão, Tocantins, Pará e Amazonas. Os extremos da rodovia são respectivamente em Cabedelo - PB e Lábrea - AM (o projeto inicial previa chegar até Benjamin Constant - AM e de lá ligando Iquitos no Peru e Quito no Equador, totalizando oito mil quilômetros asfaltados).

Por se localizar em área de fronteira de desenvolvimento na Amazônia, essa rodovia é fundamental para as ações de viabilização de um novo modelo de desenvolvimento para a região Amazônica. Este novo modelo está baseado na inclusão social, na redução das desigualdades socioeconômicas, na geração de emprego e renda e no uso sustentável dos recursos naturais, com a valorização da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio ecológico desse importante patrimônio brasileiro.

O objeto de estudo deste trabalho é o segmento conhecido como “Ladeira da Cigana” com extensão de 700m, localizada na BR-230/PA, que compreende um traçado em curvas sucessivas, no km 598, com rampa acentuada, o que requer atenção e prudência do condutor em seu percurso. O referido trecho liga a Usina Hidrelétrica de Belo Monte à Altamira, localizado entre os km 580 e km 643, em pista simples, local de grande fluxo de caminhões e veículos de pequeno porte gerado principalmente pelas atividades da UHE Belo Monte.

Não foi possível, para este trabalho, por não conter nas bases de dados do DNIT, números de veículos no segmento em estudo, porém, em recente contagem volumétrica de tráfego, para fins de Projeto de Segurança e Sinalização Rodoviária do programa BR Legal, em segmento próximo à Ladeira da Cigana, chegou-se ao VDMa 2850 veículos/dia, numa proporção quase que equitativa entre veículos pequenos e de grande porte.

Apesar da sinalização educativa e dos dispositivos de delineamento das curvas existentes no Km 598, os acidentes ainda acontecem com frequência e algumas vezes com desfecho fatal para os envolvidos, classificando o segmento como pavoroso para os usuários da rodovia. Devido a isso, será realizado um estudo de caso do local, apresentando estatísticas de acidentes e projetos do segmento com o intuito de exibir uma nova proposta de traçado para o melhoramento da via, agregando conforto e segurança para os usuários.

1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo desse tema é de fundamental importância para as cidades de Altamira e região no Estado do Pará, pois desde 2009, Altamira atrai atenções por ser a cidade mais próxima da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. O empreendimento, de cerca de R$ 26 bilhões, fez a população altamirense saltar de 100 mil, segundo o Censo de 2010, para mais de 140 mil, na avaliação da prefeitura. Construída no rio Xingu, a usina é a maior hidrelétrica 100% nacional e a terceira maior do mundo, com capacidade instalada de 11.233,10 Megawatts (MW). Isso significa carga suficiente para atender 60 milhões de pessoas em 17 Estados, o que representa cerca de 40% do consumo residencial de todo o País. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2011).

Nos últimos anos houve um aumento significativo no fluxo de caminhões e carros de pequeno porte nos ramais rodoviários que interligam as regiões próximas à Usina, exclusivamente devido aos polos geradores de tráfego que foram surgindo nas proximidades de Altamira. Logo, devido ao grande aumento populacional, iniciaram-se também alguns problemas, que afetam os cidadãos e o município como um todo fazendo, assim, ser necessária a ampliação de medidas para minimizar essas dificuldades e prejuízos advindos.

Tendo em vista a complexidade do trânsito na rodovia, próximo a Altamira, será feito um estudo específico para avaliá-la, na tentativa de propor uma solução para mitigar os efeitos negativos. A redução dos transtornos levará uma melhora no fluxo para transportes de grandes cargas e veículos particulares que influencia diretamente na economia das regiões próximas à Usina Hidrelétrica e na segurança dos veículos e dos usuários.

Este estudo será tomado com base nas normas de Projetos e Sinalização permanentes estabelecidas pelo Departamento de Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico dos problemas que induzem à ocorrência de acidentes e propor um novo modelo de traçado na chamada “Ladeira da Cigana”, trecho correspondente ao Km 598 na BR-230/PA, próximo à Altamira/PA.

1.2.2 Objetivos Específicos

Apresentar as medidas de soluções realizadas pelo DNIT no ano de 2015 e os resultados obtidos.

Analisar o segmento da “Ladeira da Cigana”, com o intuito de explanar o principal problema que leva à ocorrência tão comum dos acidentes.

Propor nova mudança no traçado correspondente, com a visão de minimizar o acontecimento de acidentes, com novos projetos e soluções conforme normas de Projetos do DNIT.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento apresenta-se estruturado em três capítulos, conforme detalhados a seguir:

Capítulo I – Introdução: expõe o problema e apresenta os objetivos (geral e específicos) justificando a relevância do tema e o caso a ser estudado.

Capítulo II - Desenvolvimento: a metodologia utilizada nesse trabalho foi baseada na pesquisa bibliográfica e consulta aos relatórios fotográficos da Autarquia Federal – DNIT. Através das pesquisas bibliográficas foram utilizados os métodos que serão especificados a seguir.

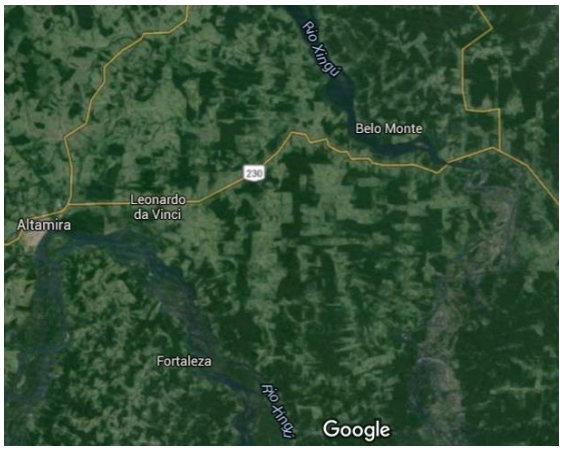
O Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT (2010) serviu como base para o início do estudo através do seu roteiro básico. Livros técnicos e teses dos quais foram utilizados conceitos básicos que guiaram o tema, auxiliaram a encontrar métodos para a previsão e dedução dos parâmetros apresentados.

Capítulo III – Proposição de novo traçado com a apresentação da relação financeira custos com vítimas de acidentes/investimento para a implantação da medida e os resultados esperados com a sua conclusão.

2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), através de sua equipe técnica da Unidade Local de Altamira, verificou que, apesar da existência no local de sinalização educativa e de delineamento do traçado com placas específicas, os acidentes aconteciam com frequência em períodos diurnos e noturnos, comumente com desfecho fatal para os envolvidos. Tal rodovia teve sua pavimentação executada em 2011, com velocidade diretriz de 80 Km/h, entretanto a velocidade regulamentada para o segmento em questão era de apenas 60 Km/h. A Figura 01 mostra o segmento da BR-230/PA em que está localizado o local comumente conhecido como “Ladeira da Cigana” (Figura 02).

Figura 01– Localização do segmento da BR-230.



Fonte: Imagem capturada pelo Google Earth.

Figura 02 – Foto da “Ladeira da Cigana”.

Fonte: DNIT (2015).

2.1 MEDIDAS ADOTADAS PELO DNIT

Na tentativa de minimizar os acidentes e na melhoria das condições de tráfego e no aumento da segurança do usuário no trecho da Rodovia BR-230/PA foram implantados, no segundo semestre de 2015, dispositivos redutores de velocidade e de melhoria na sinalização para alertar os motoristas e reduzir os acidentes:

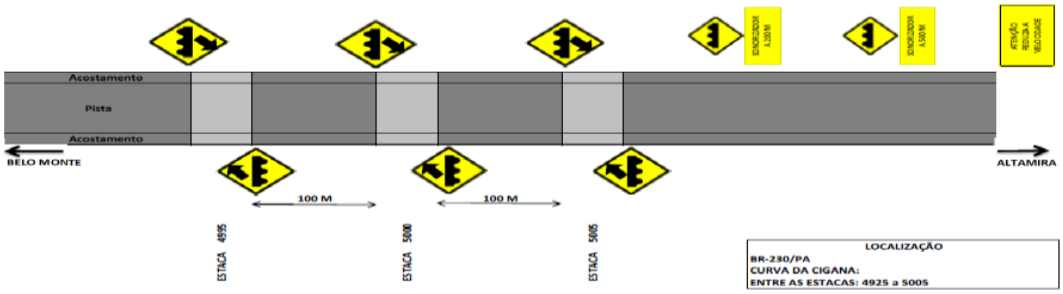
- Implantação de cinco sonorizadores, (as lombadas seriam um dificultador ao tráfego de caminhões) sendo dois na parte baixa e três na parte alta do relevo. Tais dispositivos

seriam de fácil implantação, baixo custo operacional e com o propósito de alertar aos motoristas no momento da sua transposição para a necessidade de redução da velocidade naquele ponto;

- Intensificação da sinalização com placas educativa e indicativa dos dispositivos;
- Redução da velocidade naquele ponto de 60 Km/h para 40 Km/h.

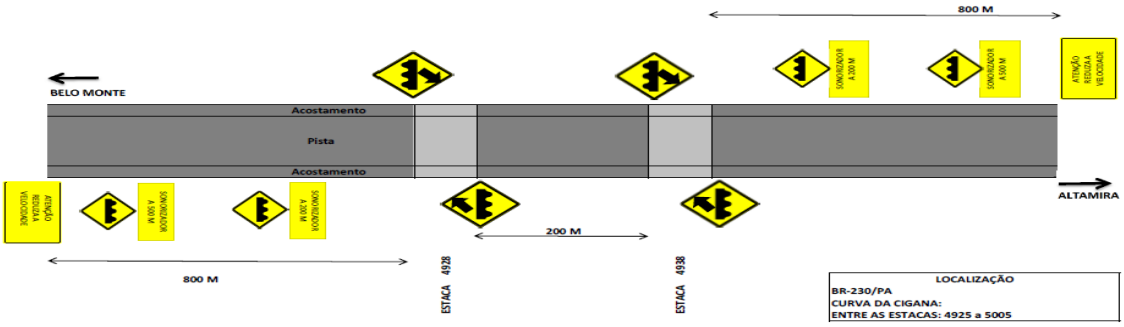
As alterações efetuadas estão esquematizadas abaixo nas Figuras 03 e 04:

Figura 03 - Localização dos sonorizadores.



Fonte: DNIT - Unidade Local de Altamira-PA (2015).

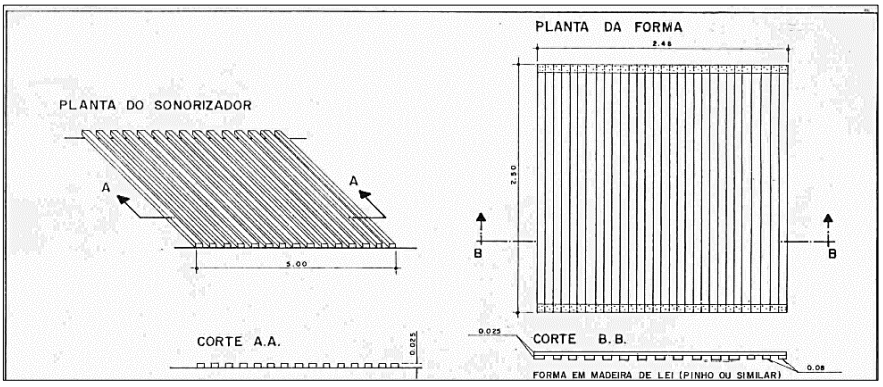
Figura 04 - Localização dos sonorizadores implantados.



Fonte: DNIT - Unidade Local de Altamira-PA (2015).

A execução seguiu o preconizadao na Resolução 39/98 – CONTRAN com as dimensões de 5 (cinco) m de extensão e altura 2,5 (dois vírgula cinco) cm, conforme a Figura 05, a seguir:

Figura 05 – Sonorizador conforme Resolução 39/98 – CONTRAN.



Fonte: Resolução 39/98 – CONTRAN (2015).

3 APRESENTAÇÃO DO RESULTADO

As figuras a seguir mostram os pontos onde foram implantados os dispositivos em questão:

Figura 06 – Vista sentido decrescente, Km - 599 (Altamira/UHE – Belo Monte).

Fonte: DNIT (2015).

Figura 07– Vista sentido decrescente, Km - 599 (Altamira/UHE – Belo Monte)

Fonte: DNIT (2015).

Figura 08 - Vista sentido decrescente, Km 599 (Altamira/UHE – Belo Monte).

Fonte: DNIT (2015).

Figura 09 - Vista sentido decrescente, Km 599 (Altamira/UHE – Belo Monte).

Fonte: DNIT (2015).

Figura 10 - Vista sentido crescente, Km 599 (UHE – Belo Monte/Altamira).

Fonte: DNIT (2015).

Figura 11 - Vista sentido crescente, Km 599 (UHE – Belo Monte/Altamira).

Fonte: DNIT (2015).

Anteriormente à execução das melhorias, em maio de 2015, foi registrado um total de 11 acidentes, conforme Tabela 1:

Tabela 1: Ocorrência de acidentes - BR-230, km 598 referente à “Ladeira da Cigana” - 2015.

Mês/Ano	Quantidade de acidentes	Mês/Ano	Quantidade de acidentes
01/15	01	07/15	00
02/15	00	08/15	00
03/15	01	09/15	00
04/15	05*1(2)	10/15	00
05/15	04	11/15	00
06/15	00	12/15	00

*1 - Acidente com 2 vítimas a óbito

Fonte: Departamento de Polícia Rodoviária Federal – PRF, 2015.

Uma vez efetuadas as melhorias com a adoção das medidas físicas e educativas de alerta, quando foram implantados os dispositivos, além da divulgação das ações na mídia regional, verificou-se a diminuição considerável de ocorrências de acidentes. Porém, tais medidas não os fizeram cessar, conforme registros da Polícia Rodoviária Federal, nas Tabelas 2 e 3 a seguir:

Tabela 2: Ocorrência de acidentes - BR-230, km 598 referente à “Ladeira da Cigana” - 2016.

Mês/Ano	Quantidade de acidentes	Mês/Ano	Quantidade de acidentes
01/16	01	07/16	00
02/16	*01(1)	08/16	00
03/16	00	09/16	00
04/16	00	10/16	00
05/16	01	11/16	00
06/16	00	12/16	00

*1 - Acidente com 1 vítima a óbito

Fonte: Dados do Departamento de Polícia Rodoviária Federal – PRF, 2016.

Tabela 3: Ocorrência de acidentes - Rodovia BR - 230, km 598 "Ladeira da Cigana" - Total de acidentes ocorridos desde 2010 a 2017.

ANOS	Nº DE ACIDENTES	Nº DE ACIDENTES C/ VÍTIMAS	Nº DE ACIDENTES SEM VÍTIMAS
2010*	1	0	1
2011	2	0	2
2012	5	2 (3 mortes)	3
2013	4	1 (1 morte)	3
2014	4	0	4
2015	11	1 (2 mortes)	10
2016	3	1 (1 morte)	2
2017	1	0	1
	31	5 (7 mortes)	26

*Em revestimento terroso

Fonte: Dados do Departamento de Polícia Rodoviária Federal – PRF, 2017.

Observa-se, ao analisar os dados da Tabela 3, que após as intervenções de melhoria implantadas em maio/2015, os registros de acidentes diminuíram muito. Anteriormente a essa data, constata-se um aumento crescente e anual no número de acidentes, tendo seu pico no primeiro semestre de 2015, ocasião que coincide também com o auge das atividades da UHE-Belo Monte. Destaca-se também que os acidentes aconteceram quase que na sua totalidade no sentido decrescente da rodovia (Altamira/UHE-Belo Monte), com colisões laterais nas barreiras de proteção, ressaltando-se que nos acidentes que houve morte, os veículos não conseguiram realizar a curva, provavelmente por estarem trafegando em velocidade incompatível para o local, e caíram no desnível existente entre o aterro da rodovia e o terreno natural.

3.1 GEOMETRIA DO TRECHO DA LADEIRA DA CIGANA

O traçado da ladeira da cigana seguiu o sugerido pelo Manual de Implantação Básica de Rodovia, DNIT 2010 – Publicação IPR 742, que normatiza os critérios para definição do traçado e seção. Com base normativa, foram inclusas no trecho três curvas e uma rampa para vencer o vale entre duas montanhas que apresentam curvas de nível bem acentuadas.

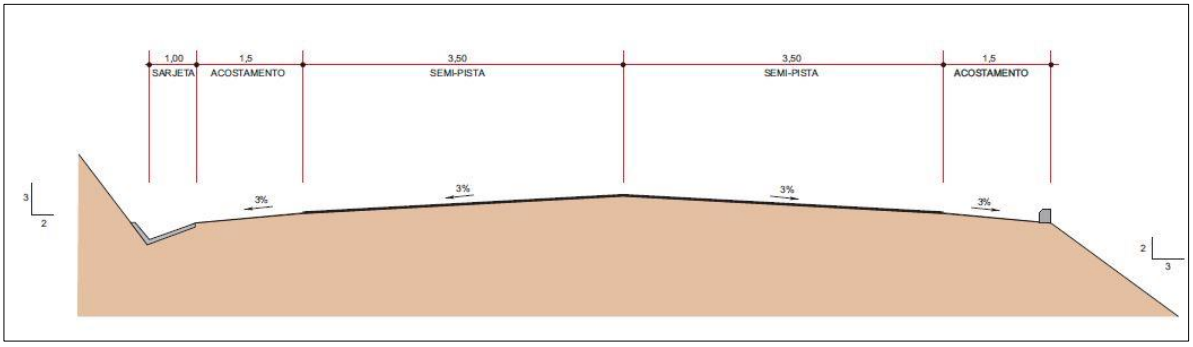
Devido ao desnível à altura entre o fundo do vale e os topos das montanhas, no trecho da rodovia na área do vale foi necessária a execução de aterro com volume elevado para que a rampa ficasse dentro da especificação da norma, com isso a inclinação máxima no local foi de 5,88%.

3.1.1 Seção-tipo

A definição da seção-tipo foi asseada nos parâmetros previstos no Manual IPR - 742. São adotadas as características básicas do veículo previstas no Código de Trânsito Brasileiro – CTB, especificamente pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 – Resolução nº 12, de 6 de fevereiro de 1998, que estabelece os limites de dimensões e de peso dos veículos para as rodovias brasileiras.

A BR-230/PA no trecho da Ladeira da Cigana está classificada como uma rodovia Classe II, de acordo com o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT, devido às curvas verticais e ao Volume Médio de Diário de veículos que trafegam pelo local. Dessa maneira foi projetada e executada a seção-tipo mostrada na Figura 12:

Figura 12 – Seção-tipo da Rodovia BR-230/PA



Fonte: DNIT, Projeto Executivo BR-230/PA (2009).

Na Figura 12 é possivel identificar que se trata de uma das seções mais comuns nas rodovias brasileiras, que nos últimos anos têm sofrido alterações no acostamento, passando de 1,5 para 2,5 metros, fato que melhora as condições de segurança da via.

3.1.2 Geometria das curvas

As três curvas no trecho da ladeira da cigana estão em um trecho entre as estacas 5250 a 5285, ou seja, com extensão de 700 metros. Apresenta as seguintes características geométricas, de acordo com Projeto Geométrico executado pelo DNIT:

Quadro 01: Levantamento e atualização dos serviços remanescentes na rodovia BR-230/PA.

CURV	RIO	c	DIREÇÃO	Lc	T-Ts	D-DO	PC-TS	PT-ST
61	108.50	81°45'34"	ESQUERDA	60	125.036	94.827	5249 + 3.48	5259 + 18.30
62	114.63	47°36'54"	DIREITA	60	81.084	35.262	5268 + 13.16	5276 + 8.42
63	175.70	34°53'01"	ESQUERDA	-	55.202	106.973	5278 + 0.13	5283 + 7.11

Fonte: Projeto executivo, Volume 02 – BR 230/PA (DNIT, 2009).

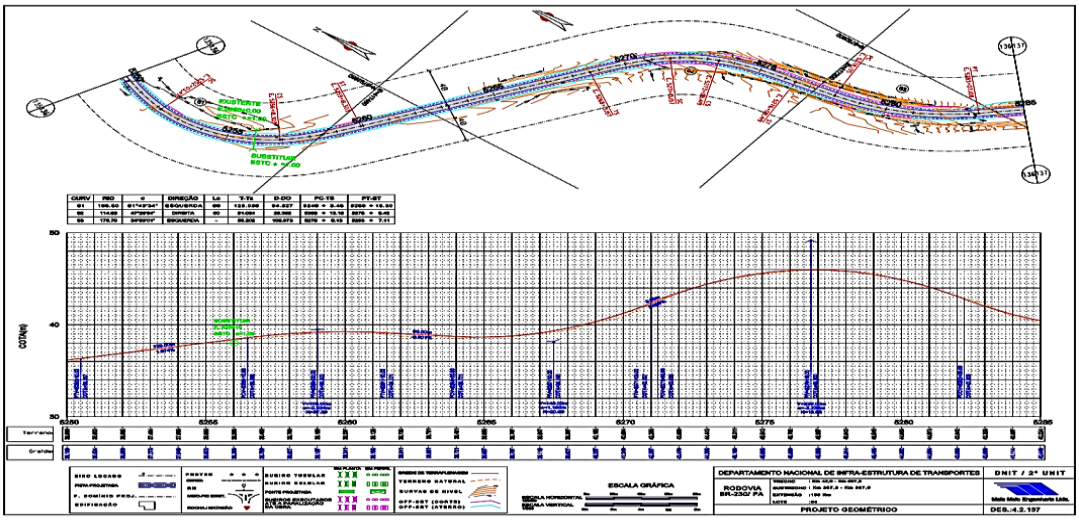
De acordo com as informações da tabela, a curva 61 apresenta Ângulo central acentuado, em um ponto onde a velocidade dos veículos que estão trafegando no sentido decrescente da rodovia acaba sendo maior devido à inclinação da pista, fato que propicia a ocorrência de acidentes em condições normais que é agravado em situações de chuvas, onde passa atuar o fenômeno da aquaplanagem, o que pode levar os veículos a perderem contato com o revestimento e, em consequência, o controle.

As curvas 62 e 63 são mais suaves tanto no ângulo central quanto no raio, mas não menos perigosas, pois também estão em um trecho bem inclinado e em aterro com altura suficiente para causar a morte de condutores que saírem da pista.

3.1.3 Projeto Geométrico da Ladeira da Cigana

O projeto geométrico da ladeira da cigana foi elaborado seguindo traçado:

Figura 13 – Perfil de Projeto “Ladeira da Cigana”.



Fonte: Departamento de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2009).

3.2 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA GEOMETRIA E SEGURANÇA

O novo modelo do traçado está ligado à necessidade da transição entre as estacas 5250 a 5285, e que devido às condições do terreno não poderão ser unidas através de uma linha reta, já que existem fatores que interferem na relação custo *x* benefício. Contudo, as modificações que serão propostas têm como objetivo suavizar as curvas e inclinação do traçado existente da Ladeira da Cigana que compreende um segmento onde o talude do terreno é muito inclinado, com desnível que ultrapassa 10%.

3.2.1 Adequação da geometria

A adequação da geometria do trecho em estudo tem como objetivo a melhoria da dirigibilidade dos condutores, melhorando o aspecto das curvas, tornando-as suaves e fáceis de serem convertidas na velocidade diretriz da via.

As curvas verticais têm tanta importância quanto as horizontais, por isso a adequação prevê a alteração na inclinação do greide longitudinal do trecho.

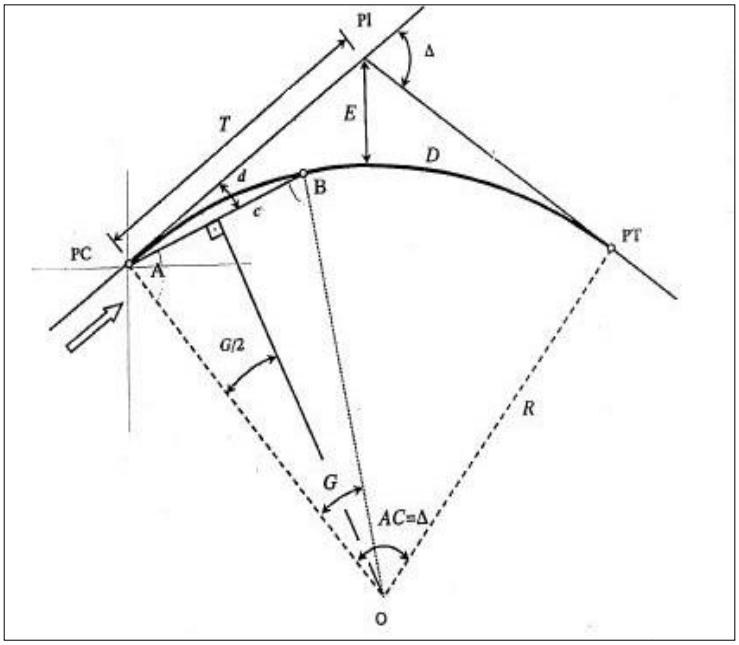
Ainda no sentido de melhorar o tráfego, pode ser incluída no projeto uma terceira faixa exclusiva para veículos pesados.

> O traçado necessita, tanto quanto possível, amoldar-se geometricamente aos acidentes topográficos, atendendo a determinados requisitos estipulados em função do padrão definido para a via em consequência dos estudos

> operacionais, nos quais se determina a velocidade diretriz. De início esse traçado e posicionado em uma representação gráfica do terreno; faz-se uma associação do traçado com a topografia. (Estradas – Projetos e de terraplenagem, PAULO MENDES ANTAS *et al*. – Rio de janeiro, intercedência, 2010.

Para elaboração da nova geometria do trecho da Ladeira da Cigana, foram adotados raios maiores na intenção de suavizar a convergência da curva. Por meio de auxílio de software CAD, foram inseridas três novas curvas, com objetivo de remodelagem do Projeto Geométrico. Com os raios e o desenvolvimento obtidos no software, foi possível calcular os elementos de composição das curvas através das fórmulas definidas no Manual de Projeto Geométrico e do livro Estradas de Rodagem e Projetos Geométricos, Glauco Pontes Filho – São Carlos, SP, 1998, como mostram os cálculos a seguir:

Figura 14 - Elementos de Curva Circular Simples



Onde:

PC = ponto de curva

PT = ponto de tangente

PI = ponto de interseção das tangentes

D = desenvolvimento da curva

Δ = ângulo de deflexão

AC = ângulo central da curva

R = raio da curva circular

T = tangente externa

O = centro da curva

E = afastamento

G = grau da curva

c = corda

d = deflexão sobre a tangente

Fonte: Autor (2017).

3.2.2 Curva 01

Dados Obtidos no Software CAD:

Raio (R): 212,16 m

Desenvolvimento (D): 212,26

Coeficiente:1.145,92

1) Calculo: Grau da Curva (G)

$$G = \frac{1.145,92}{R}$$

$$G = \frac{1.145,92}{212,16}$$

$$G = 4,401206637$$

$$\boldsymbol{G = 5° \, 24' \, 4,34"}$$

2) Calculo: Ângulo Central (AC)

Corda (C) = 20 m

$$AC = \frac{G.D}{C}$$

$$AC = \frac{5° \, 24' \, 4,34".212,26}{20}$$

$$AC = 57,323006$$

$$\boldsymbol{AC = 57° \, 19' \, 22''}$$

3) Calculo: Deflexão Média (Dm):

$$Dm = \frac{G}{40}$$

$$Dm = \frac{5° \, 24' \, 4,34"}{40}$$

$$Dm = 0,135030138$$

$$\boldsymbol{Dm = 0° \, 8' \, 6,11''}$$

4) Calculo: Tangente (T)

$$T = R.Tg.\left(\frac{AC}{2}\right)$$

$$T = 212,16.Tg.\left(\frac{57° \, 19' \, 22''}{2}\right)$$

$$\boldsymbol{T = 115,9}$$

5) Calculo: Afastamento (E)

$$E = R.Tg.\left(\frac{AC}{4}\right)$$

$$E = 212,16.Tg.\left(\frac{57° \, 19' \, 22''}{4}\right)$$

$$\boldsymbol{E = 29,64 \, m}$$

6) Calculo: Locação da Curva

$$D = 212,26 \, m \; 10 + 12,26)$$

$$PC = Est. 5250$$

$$PT = PC + D$$

$$PT = 5250 + (10 + 12,26)$$

$$\boldsymbol{PT = 5260 + 12,26}$$

3.2.3 Curva 02

Dados Obtidos no Software CAD:

Raio (R): 537,16 m

Desenvolvimento (D): 168,83

Coeficiente:1.145,92

1) Calculo: Grau da Curva (G)

$$G = \frac{1.145,92}{R}$$

$$G = \frac{1.145,92}{537,16}$$

$$G = 2,13329166$$

$$\boldsymbol{G = 2° \, 7' \, 59,85"}$$

2) Calculo: Ângulo Central (AC)

Corda (C) = 20 m

$$AC = \frac{G.D}{C}$$

$$AC = \frac{2° \, 7' \, 59,85".168,83}{20}$$

$$AC = 18,0081816$$

$$\boldsymbol{AC = 18° \, 00' 29,45''}$$

3) Calculo: Deflexão Média (Dm)

$$Dm = \frac{G}{40}$$

$$Dm = \frac{2° \, 7' \, 59,85"}{40}$$

$$Dm = 0,053332479$$

$$\boldsymbol{Dm = 0° \, 3' \, 12''}$$

4) Calculo: Tangente (T)

$$T = R.Tg.\left(\frac{AC}{2}\right)$$

$$T = 537,16.Tg.\left(\frac{18° \, 00' 29,45''}{2}\right)$$

$$\boldsymbol{T = 240,32 \, m}$$

5) Calculo: Afastamento (E)

$$E = R.Tg.\left(\frac{AC}{4}\right)$$

$$E = 537,16.Tg\left(\frac{18° \, 00' 29,45''}{4}\right)$$

$$\boldsymbol{E = 2515,95 \, m}$$

6) Calculo: Locação da Curva

$$D = 168,83 \, m \, (8 + 08,83)$$

$$PC = Est.5260 + 12,26$$

$$PT = PC + D$$

$$PT = (5260 + 12,26) + (8 + 08,83)$$

$$\boldsymbol{PT = 5269 + 1,09}$$

3.2.4 Curva 03

Dados Obtidos no Software CAD:

Raio (R): 251,65 m

Desenvolvimento (D): 42,18 m

Coeficiente: 1.145,92

1) Calculo: Grau da Curva (G)

$$G = \frac{1.145,92}{R}$$

$$G = \frac{1.145,92}{251,65}$$

$$G = 4,553626068$$

$$\boldsymbol{G = 4° \, 33' \, 13,05"}$$

2) Calculo: Ângulo Central (AC)

Corda (C) = 20 m

$$AC = \frac{G.D}{C}$$

$$AC = \frac{4° \, 33' \, 13,05". 42,72}{20}$$

$$AC = 9,727667519$$

$$\boldsymbol{AC = 09° \, 43' 39,6''}$$

3) Calculo: Deflexão Média (Dm)

$$Dm = \frac{G}{40}$$

$$Dm = \frac{4,553626068}{40}$$

$$Dm = 0,113840651$$

$$\boldsymbol{Dm = 0° \, 6' 49,83''}$$

4) Calculo: Tangente (T)

$$T = R.Tg.\left(\frac{AC}{2}\right)$$

$$T = 251,62.Tg.\left(\frac{09° \, 43' 39,6''}{2}\right)$$

$$\boldsymbol{T = 21,41 \, m}$$

5) Calculo: Afastamento (E)

$$E = R.Tg.\left(\frac{AC}{4}\right)$$

$$E = 251,62.Tg.\left(\frac{09° \, 43' 39,6''}{4}\right)$$

$$\boldsymbol{E = 10,69 \, m}$$

6) Calculo: Locação da Curva

$$D = 42,72 \, m \, (2 + 02,72)$$

$$PC = Est. 3278 + 5,67$$

$$PT = PC + D$$

$$PT = (5278 + 5,67) + (2 + 02,72)$$

$$\boldsymbol{PT = 5280 + 08,39}$$

3.2.5 Superlargura

O cálculo da superlargura é normatizado pela norma DNER IPR - *Manual de Implantação Básica de Rodovia (DNIT, 2010).* A fórmula para o cálculo está demonstrada na Figura 15, mas existem tabelas-padrão para este dimensionamento. Para a determinação da superlargura das curvas implantadas no novo projeto geométrico será adotado os valores tabelados.

Figura 15 - Cálculo de superlargura.

$$\Delta = n\left(R - \sqrt{R_2 - b_2}\right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Onde:

Δ = largura, em m

n = número de faixas de tráfego de uma pista

R = raio de curvatura do eixo da pista, em m

V = velocidade diretriz, em km/h

b = distância em m, entre os eixos da parte rígida do veículo, que normalmente se considera igual a 6 m.

Fonte: Manual de Implantação Básica de Rodovia, pág. 148 - DNER IPR (DNIT, 2010).

Quadro 2 -Valores de superlargura – Velocidade 80 Km/h.

R	200	300	400	600	1000
Δ	0,80	0,60	0,50	0,40	0,30

Fonte: Manual de Implantação Básica de Rodovia, pág. 149 - DNER IPR (DNIT, 2010).

1) Curva 01

Dados:

n= 2
R= 212,16
V= 80 Km/h
Superlargura = 0,80 m

2) Curva 02

Dados:

n= 2
R= 537,16
V= 80 Km/h
Superlargura = 0,50 m

3) Curva 03

Dados:

n= 2

R= 251,65

V= 80 Km/h

Superlargura = 0,80 m

3.2.6 Inclinação

De acordo com o projeto executado na ladeira da cigana a inclinação máxima no trecho foi de 5,88%. Para as novas inclinações, foram adotadas cotas de referência a partir do perfil do projeto existente, de acordo com a tabela a seguir:

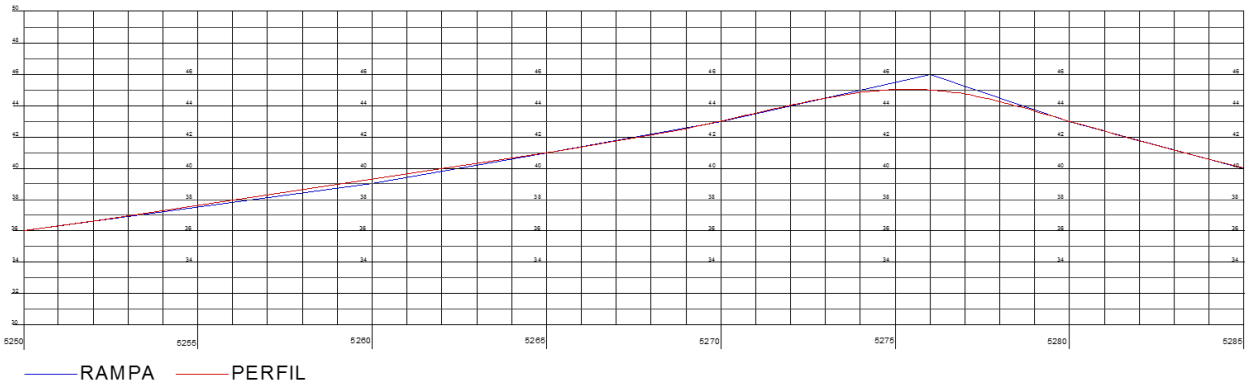
Tabela 4: Tabela de Cotas.

NOVAS COTAS	
ESTACA	ELEVAÇÃO
EST. 5250	36,00
EST. 5260	39,00
EST. 5265	41,00
EST. 5270	43,00
EST. 5276	46,00
EST. 5280	43,00
EST. 5285	40,00

Fonte: Autor (2017).

Com os novos valores de elevação, serão demonstrados através do perfil longitudinal obtido através de software CAD.

Figura 16 – Perfil longitudinal do Novo Trecho – Projetado para a “Ladeira da Cigana”.

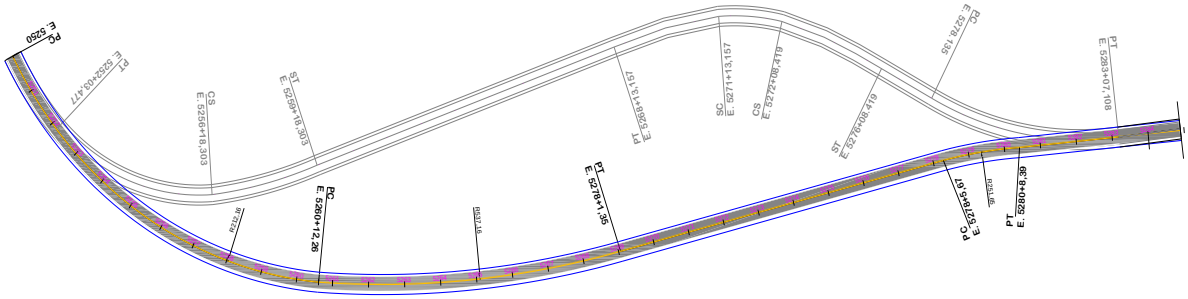


Fonte: Autor (2017).

3.2.7 Novo traçado da “Ladeira da Cigana”.

Após os cálculos e determinações de raios e curvas, obtivemos o novo traçado da ladeira da cigana. Trata-se de uma sugestão, que agrega concordâncias de curvas suaves e inclinação contínua de modo a facilitar a visibilidade dos condutores.

Figura 17 – Projeto Geométrico do Novo Traçado.



Fonte: Autor (2017).

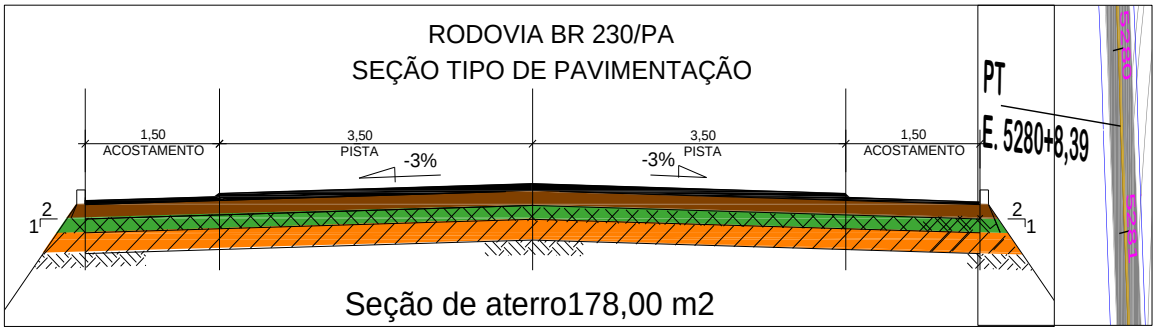
3.2.8 Estimativa de custo da execução do novo traçado

O novo traçado do trecho na ladeira da cigana, será totalmente construído em aterro, com altura média de 10 metros partindo do leito natural do terreno. O orçamento foi elaborado

com valores estimados para o volume de corte e aterro, e os itens da pista de rolamento seguiram o mesmo padrão da pista existente.

Com intuito de facilitar a origem dos volumes, foi elaborada uma seção-tipo para demonstrar como ficará a plataforma da pista e as camadas de pavimentação.

Figura 18 – Seção Transversal – Estaca 5820+8,39 m.



Fonte: Autor (2017).

Tabela 5 – Planilha Orçamentária Para a Execução do Novo traçado.

DUPLICAÇÃO DA VIA PRINCIPAL				
DESCRIÇÃO	**UNIDADE**	**PREÇO**	**QUANTIDADE**	**TOTAL**
TERRAPLENAGEM				
Desmatamento, destoc. e limpeza área c/ árvores diâmetro até 0,15 m	m2	0,43	363.433,19	156.276,27
Destocamento de árvores c/ diâmetro > 0,30 m	unid	103,42	14,00	1.447,88
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 50 a 200 m c/ e	m3	6,84	8.900,00	60.876,00
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 200 a 400 m c/ e	m3	7,43	8.900,00	66.127,00
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 400 a 600 m c/ e	m3	8,04	8.900,00	71.556,00
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 600 a 800 m c/ e	m3	8,61	17.800,00	153.258,00
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 1000 a 1200 m c/ e	m3	9,63	17.800,00	171.414,00
Escavação, carga e transporte de material 1a categoria DMT 3000 a 5000 m c/ e	m3	17,20	26.700,00	459.240,00
Compactação de aterros a 95% proctor normal	m3	3,28	106.800,00	350.304,00
Compactação de aterros a 100% proctor normal	m3	3,79	4.800,00	18.192,00
Compactação de material de bota-fora	m3	2,62	12.000,00	31.440,00
Transporte com basculante de 10 m³ rod. Pav.	m3xkm	0,95	215.736,00	204.949,20
Sub-total				**1.745.080,35**
PAVIMENTAÇÃO				
Regularização do subleito	m2	1,10	7.000,00	7.700,00
Sub-base solo estabilizado granulometricamente sem mistura	m3	14,61	1.400,00	20.454,00
Base solo estabilizado granul. Sem mistura	m3	14,61	1.400,00	20.454,00
Imprimação	m2	0,34	7.000,00	2.380,00
Pintura de ligação	m2	0,24	7.000,00	1.680,00
Concreto betuminoso usinado a quente - Faixa "C" AC/BC	t	121,02	856,00	103.593,12
Sub-total				**156.261,12**
DRENAGEM				
Meio-fio de concreto - MFC 03 AC/BC	m	37,38	1.000,00	37.380,00
Meio-fio de concreto - MFC 05 AC/BC	m	38,18	400,00	15.272,00
Descida D'água aterros em degraus - arm - DAD 02 AC/BC	m	197,04	700,00	137.928,00
Entrada d´água - EDA 01 AC/BC	unid	55,04	20,00	1.100,80
Entrada d´água - EDA 02 AC/BC	unid	65,59	15,00	983,85
Dissipador de energia - DEB 01 AC/BC/PC	unid	325,20	35,00	11.382,00
Valeta de proteção de aterros c/ revest. Vegetal - VPA 02	m	75,97	1.400,00	106.358,00
Sub-total				**310.404,65**
PROTEÇÃO AMBIENTAL				
Hidrossemeadura	m2	1,49	98.991,11	147.496,75
Sub-total				
TOTAL DUPLICAÇÃO DA VIA PRINCIPAL				**2.211.746,12**

Fonte: Autor (2017).

O orçamento básico não inclui as despesas com mobilização/desmobilização, a sinalização e dispositivos de segurança, benefícios e despesas indiretas – BDI e custos de transportes de materiais betuminosos. Foi tomado como base de preço o SicroPará com data base de novembro/2016.

3.3 ADEQUAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA

Com as melhorias no traçado da ladeira da cigana, o risco de acidentes deverá ser reduzido, no entanto, o objetivo é chegar à meta de zero acidente. Pensando nisso, a melhoria também incorporará outros fatores como as condições de atrito da pista e os dispositivos de segurança com a implantação de defensas metálicas.

3.3.1 Fator via

Um dos fatores que normalmente interfere na condução do veículo é a condição de atrito com o piso da pista, ora por falta de manutenção do veículo (pneu careca), ora pelo próprio material do revestimento, que em alguns momentos pode não oferecer as condições ideais, apresentando desgaste ou redução do atrito pela dificuldade de drenagem superficial da pista.

Partindo do ponto que seria necessário elevar o coeficiente de atrito, melhorando a estabilidade dos veículos durante a conversão das curvas, sugeriu-se a implantação de Micro revestimento a frio, que normalmente é utilizado para rejuvenescer o pavimento quando o mesmo perde parte do agregado miúdo. Fica notório o ganho de atrito nos locais onde existe a aplicação do material sobre a pista.

> Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero – consiste na associação de agregado, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica modificada por polímero do tipo SBS, água, aditivos se necessários, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada. (Norma DNIT 035/2004 – ES, pág. 2).

Com isso foi realizado um estudo sobre o coeficiente de atrito (k) do CBUQ e do micro-revestimento a frio para demonstrar tecnicamente o ganho de estabilidade por conta do atrito entre o revestimento e pneu do veículo, conforme mostrado na Tabela 6. A Figura 19 mostra o aspecto de um micro-revestimento asfáltico

Tabela 6 - Coeficiente de atrito.

Interface	coeficiente de atrito estático $\mu_{estatico}$	coeficiente de atrito dinâmico $\mu_{dinâmico}$
pneu - asfalto seco	0,5	0,3
pneu - asfalto seco	0,3	0,15
pneu - paralelepipedo seco	0,6	0,5
pneu - paralelepipedo molhado	0,3	0,2

Fonte: Disponível em: <http://www.fisica.pro.br/tabelas/coef_atrito.html> (2017).

Figura 19 – Micro revestimento asfáltico.

Fonte: Disponível em: <http://www.fircon.com.br/nossos-produtos/633/cape-seal> (2017).

As pesquisas realizadas em livros e sites especializados em Micro revestimento asfáltico informam que há ganho de atrito entre o pneu e a pista, no entanto não quantifica o ganho. Para a sugestão, o importante é o ganho do atrito para manter o veículo com maior aderência.

Tabela 7 - Micro revestimento

Serviço	Quant (m2)	Preço Unit	Total
Micro-revestimento a frio 2 cm	7000	3,03	21.210,00

Fonte: Autor. Ref SICRO 2 (nov/2016)

3.3.2 Sinalização (horizontal/vertical)

A sinalização é fundamental para a comunicação entre o usuário e a rodovia, onde são indicadas as limitações, proibições e outros elementos com o intuito de evitar acidentes e devem

ser obedecidas pelo condutor. Para a intervenção descrita neste trabalho, o Projeto de Sinalização prevê placas de curva e de limitação de velocidade no segmento, conforme Figura 20.

Figura 20 – Disposição das placas verticais e composição da pintura horizontal.

Fonte: Autor (2017).

Tabela 8 – Sinalização Vertical

Placa	Quantidade	Símbolo
R-7	2	
A-2ª	1	
A-2b	1	
R-19	2	

Fonte: Manual Sinalização Rodoviária (DNER -1999).

Tabela 9 - Custos Médios - Implantação/ Pavimentação, nov/2016.

CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS

DNIT

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT
SAN - QUADRA 3 LOTE "A" EDIF. NÚCLEO DOS TRANSPORTES - CEP 70040-902 - BRASÍLIA DF
Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos - CGPLAN / DPP /DNIT

Data de Elaboração: 20/04/2017
Mês Base (SICRO 2): nov/16

MODAL RODOVIÁRIO

OBRA / SERVIÇO		INTERVALO Lim.Inferior	INTERVALO Lim.Superior	MÉDIA R$ / Km	OBSERVAÇÕES Limite Inferior	OBSERVAÇÕES Limite Superior
CONSTRUÇÃO					Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE	
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. 2,5m		2.337.211,58 a	4.006.611,69	3.172.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ **10cm**- Pista e Acostamento.
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. **1,0**m (até Classe III)		1.762.487,42 a	2.572.558,62	2.168.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ **5cm**- Pista e Acostamento.
ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE	CONSTRUÇÃO DE TERCEIRA FAIXA E RESTAURAÇÃO DA PISTA EXISTENTE	2.184.382,21 a	2.680.586,95	2.432.000,00	Solução 3aFaixa c/revest.CBUQ 10cm, recapeamento na Pista Existente - CBUQ 3cm e no Acostamento - CBUQ 3cm	Solução 3aFaixa c/revestimento.CBUQ 10cm, recapeamento da Pista Existente com CBUQ 8cm e no Acostamento CBUQ 4cm
ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE	DUPLICAÇÃO C/ CONSTR. DE PISTA NOVA (2 Faixas)+RESTAURAÇÃO DE P.EXISTENTE+CANT.CENTRAL	4.873.655,68 a	10.402.051,87	7.638.000,00	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 6 cm, recapeam. Pista Existente CBUQ 3cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 3cm.	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 16cm, recapeamento da Pista Existente CBUQ 10cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 10cm.

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2016).

O Novo traçado, conforme Projeto Geométrico (Figura. 17), será implantado tendo como base orçamentária o último lançamento de Custos Médios Gerenciais realizado pelo DNIT no modal rodoviário, em 20/04/2017. A média utilizada para este projeto será a de Implantação/Pavimentação (P. Simples), faixa 3,6 m e acostamento de 1,0 m, como destacado na Figura 18.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Tendo como base os acidentes ocorridos ao longo dos últimos 7 anos, os quais são mensurados na tabela de custos gerenciais do DNIT e os custos estimados com a intervenção, podemos observar os números na Tabela 10:

Tabela 10 – Custos por gravidade de acidente.

CUSTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS				
Custo unitário por nível de gravidade =>	C/ MORTOS	C/ FERIDOS	SEM VITIMAS	Fonte: IPR/Manual de Custos de Acidentes Rodoviários - data base: Outubro/2004- (Índice de atualização IGP-DI) - http:/www.bcb.gov.br/Serviços ao Cidadão/Cálculos, Índices e Cotações/Calculadora do Cidadão/Conheça a Calculadora do Cidadão/Correção de Valores/CGPLAN/COVIDE
	757.861,51	183.555,63	12.512,03	

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2016).

Tabela 11 – Relação Acidente/Intervenção.

RELAÇÃO ACIDENTES / CUSTO INTERVENÇÃO - RODOVIA BR - 230, KM 598 " LADEIRA DA CIGANA"			
Nº DE ACIDENTES EM 7 ANOS	**Nº DE MORTES**	**Nº DE ACIDENTES S/ VÍTIMAS**	**1 - CUSTO ESTIMADO**
31	7	26	(7 x 757,8) + (26 x 12,5) = 5,5
INTERVENÇÃO			
	Est Tab 4	**BDI + Transp + Mob**	**2 - CUSTO ESTIMADO**
VALORES	2.2	1.1	3.3
DIFERENÇA (Milhões)			
	CUSTO ACIDENTE	**CUSTO INTERVENÇÃO**	**ACIDENTES – INTERVENÇÃO**
VALORES	5.5	3.3	2.2

*Valores em milhões

Fonte: Autor (2017).

5 CONCLUSÃO

De acordo com o Departamento de Polícia Rodoviária Federal - PRF juntamente com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, “além dos traumas causados às vítimas e familiares, os acidentes de trânsito representam altos custos monetários para os cofres públicos”, só no “ano de 2014 os acidentes ocorridos nas Rodovias Federais chegaram a R$ 12 bilhões”. A pesquisa aponta “que um acidente fatal gera um custo médio de R$ 647 mil, enquanto o acidente com vítima gera um custo de R$ 90 mil. Os acidentes sem vítimas ficam em R$ 23 mil.” Tais valores estão atualizados na Tabela 10 – Custos por gravidade de acidente (DNIT, 2016)

Conforme constatado na figura comparativa (Tabela 11), o custo estimado ao erário (superior a cinco milhões) é maior que o investimento necessário para a implantação da intervenção proposta com a adequação do traçado do segmento. Ademais, não está computado nessa análise financeira, o custo emocional, o qual não se tem parâmetro real para mensuração.

REFERÊNCIAS

ABNT (2002a) NBR 10520 – Informação e Documentação – Publicação Periódica Científica - Apresentação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2002b) NBR 6023 – Informação e Documentação – Referências- Elaboração. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ANTAS, P.M; VIEIRA, A.; GONÇALO. E.A; LOPES, L.A.S. Estradas – Projeto Geométrico e de Terraplenagem. INTERCIÊNCIA, 2010.

PONTES FILHO, G. Estradas de Rodagem, Projeto Geométrico, USP, São Carlos, 1998.

A. A. FONTES, L. C. Engenharia de Estradas, Projeto Geométrico, UFBA, Salvador, 1995.

ABNT (2003a) NBR 6022 – Informação e Documentação – Artigo em Publicação Periódica Científica Impressa - Apresentação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2003b) NBR 6022 – Informação e Documentação – Publicação Periódica Científica Impressão - Apresentação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

RESOLUÇÃO CONTRAN 39/1998 – Padrões e Critérios para instalação de ondulações transversais.

Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT (2010) – Publicação IPR 742

PROJETO EXECUTIVO BR-230/PA –*VOL 2, 2009*

Norma DNIT 035/2004 – Pavimentos flexíveis – Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero – Especificação de Serviço.

BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Belo Monte vai produzir energia com respeito ao meio ambiente, 2011

Projeto de Sinalização e Segurança Viária – BR Legal (DNIT, 2017)

POLICIA RODOVIÁRIA FEDERAL, PRF E IPEA APRESENTAM RELATÓRIO SOBRE CUSTOS SOCIAIS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO. DISPONÍVEL EM: <Https://www.prf.gov.br/portal/noticias/nacionais/prf-e-ipea-apresentam-relatorio-sobre-. Acesso em 2 de junho de 2017.

Micro-revestimento Fonte:<http://www.fisica.pro.br/tabelas/coef_atrito.html>, (2017)

Tabela Custos Médios Gerenciais DNIT, 2016

Manual de Sinalização Rodoviária (DNER -1999).